

## CERAMIC HEATER

Patent Number: JP6151332

Publication date: 1994-05-31

Inventor(s): USHIGOE RYUSUKE; others: 01

Applicant(s): NGK INSULATORS LTD

Requested Patent:  JP6151332

Application Number: JP19920302351 19921112

Priority Number(s):

IPC Classification: H01L21/205; H01L21/302

EC Classification:

Equivalents:

### Abstract

**PURPOSE:** To enhance the heating ability of a heater and to achieve that the generation position of a plasma is situated near a wafer.

**CONSTITUTION:** In a ceramic heater 1, a resistance heating element 3 composed of a high-melting-point metal is buried and installed in a dense ceramic base material 2. The ceramic heater has a structure in which a plasma-generating electrode 6 is buried and installed in the ceramic base material 2 and in which the plasma-generating electrode 6 is provided with an insulating property with reference to the installation face of a wafer W.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

JP Kokai Hei 6-151332

[Title of the Invention] CERAMIC HEATER

[Abstract]

[Object]

To provide a ceramic heater which has an improved heating capability and is capable of adjusting the plasma generating position in the vicinity of a wafer W.

[Constitution]

In a ceramic heater 1 comprising a resistance heating element 3 which is made of a high melting point metal and is embedded in the inside of a dense ceramic substrate 2, an electrode 6 for plasma generation is embedded in the above-mentioned ceramic substrate 2 and the above-mentioned electrode 6 for plasma generation has a property of insulating the wafer W installation face.

[Claims]

1. A ceramic heater comprising a resistance heating element which is made of a high melting point metal and is embedded in the inside of a dense ceramic substrate, wherein

an electrode for plasma generation is embedded in said ceramic substrate, and

said electrode for plasma generation has a property of insulating the wafer installation face.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

The present invention relates to a ceramic heater comprising a resistance heating element which is made of a high melting point metal and is embedded in the inside of a dense ceramic substrate, and more particularly to a ceramic heater advantageously usable for a wafer heating device for a semiconductor producing device.

[0002]

[Prior Art]

In a semiconductor producing device requiring super clean condition, a corrosive gas such as chloride type gas or fluoride type gas is used as a gas for deposition, a gas for etching, a gas for cleaning and the like. For that, if a conventional heater comprising a resistance heating element coated with a metal such as a stainless steel or Inconel in the surface is used as a heating device for heating a wafer in the state that the wafer is brought into contact with such a corrosive gas, undesirable particles of chlorides, oxides, fluorides and the like with a particle diameter of several  $\mu\text{m}$  are formed owing to exposure to the gas.

[0003]

Therefore, for example, in an etching or CVD device to be used at a low temperature, as one example of the device shown in Fig. 3, an indirect heating constitution has been employed in which an IR lamp 23 is installed in the outside of a container 21, which is to be exposed to a gas for deposition, with the interposition of a quartz window 22; a susceptor 25 made of, for example, aluminum is installed in the container 21 via an arm 24; and the susceptor 25 is heated by the IR lamp 23 to indirectly heat a wafer W put on the susceptor 25. The susceptor 25 made of metal is used

as an electrode for plasma generation and high frequency is directly applied to the susceptor 25 to generate plasma and carry out cleaning. In this case, if the susceptor 25 is made of aluminum, an insulating layer is formed by alumite treatment of the surface to prevent direct application of electric current to the wafer W mounted thereon.

[0004]

[Problems to be Solved by the Invention]

However, in the above-mentioned conventional example, since the susceptor 25 is made of metal, there is a problem that heavy metal contamination with metals in a high temperature process takes place. Especially, in the case of the susceptor 25 made of aluminum, contamination with Mg is a problem. In order to solve such a contamination problem, as one example shown in Fig. 4, those with a structure in which a susceptor 25 is made of an insulating ceramic and a plate-like electrode 26 for plasma generation is attached to the back face have been proposed. However, since the plate-like electrode 26 for high frequency supply shuts the IR from an IR lamp 23, there occurs a problem that heating capability of the susceptor 25 is deteriorated. Further, since the position of plasma generation is more parted from a wafer W, there occurs another problem that the cleaning property is deteriorated. A similar problem is caused also in the case a ring-like electrode is installed in the outer circumference of a susceptor.

[0005]

On the other hand, as a method for heating without using the IR lamp 23, it may be possible to use a ceramic heater comprising a resistance heating element embedded in the susceptor 25 made of ceramic, however,

similar to the example shown in Fig. 4, a plate-like electrode 6 for plasma generation has to be attached to the back face, so that a problem similar to the problem occurring in the case of the example shown in Fig. 4 is also caused.

[0006]

An object of the present invention is to solve the above-mentioned problems and to provide a ceramic heater which has an improved heating capability and is capable of adjusting the plasma generating position in the vicinity of a wafer W.

[0007]

[Means for Solving the Problems]

A ceramic heater of the present invention is a ceramic heater comprising a resistance heating element which is made of a high melting point metal and is embedded in the inside of a dense ceramic substrate, wherein an electrode for plasma generation is embedded in the ceramic substrate, and the electrode for plasma generation has a property of insulating the wafer installation face.

[0008]

[Operation]

In the above-mentioned constitution, since the heater part is made to have a structure where a resistance heating element made of a high melting point metal is embedded in a dense ceramic substrate, a wafer can be directly heated while being mounted on the heater part and the uniform heating property and the response at the time of heating can be improved. Further, since the electrode for plasma generation is embedded in the

ceramic substrate, the wafer can be directly mounted on the ceramic heater without a risk of contamination and therefore no means for forming an insulating layer or the like is required and the position of the plasma generation is in the vicinity of the wafer, so that plasma generation situation and the cleaning capability by plasma can be improved.

[0009]

[Examples]

Fig. 1 illustrates the structure of a ceramic heater 1 of the present invention. In the example shown in Fig. 1, a resistance heating element 3 made of a high melting point metal such as W or Mo is embedded in the inside of, for example, a disk-like ceramic substrate 2. It is preferable that the resistance heating element 3 is wound spirally and installed so as to form a coil-like shape by plan view observation of the disk-like ceramic substrate 2. Both end parts of the resistance heating element 3 are connected to terminals 4 for electric power supply and successively a cable 5 connected to the terminals for electric power supply. Further, a disk-like electrode 6 for plasma generation with a diameter slightly smaller than that of the ceramic substrate 2 is installed in the upper side of the resistance heating element 3 in the inside of the ceramic substrate 2, and the electrode 6 for plasma generation is connected to terminals 7 for high frequency supply and successively cables 8 in a proper number corresponding to the high frequency signals to be supplied (in this case only one cable).

[0010]

Since the ceramic substrate 2 is heated at highest from 600°C to 1100°C in the case of, for example, a thermal CVD device, in terms of heat

resistance, it is preferable that the ceramic substrate 2 is made of alumina, a silicon nitride sintered body, sialon, silicon carbide, aluminum nitride, an alumina-silicon carbide composite material and the like. Especially, it is preferable that the ceramic substrate 2 is made of non-oxide type ceramics. That is because, as compared with oxide ceramic such as alumina, the non-oxide covalent ceramics such as SiC,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , and AlN emit a less amount of gas under high vacuum. Among them, it is especially preferable to use silicon nitride, because the overall strength of the ceramic heater 1 is increased and its thermal expansion coefficient is approximately the same as that of silicon, a typical material for a wafer, and the durability in a corrosive gas is also high.

#### [0011]

The ceramic substrate 2 is composed of a film-like substrate 2a and a plate-like substrate 2b to embed a plasma electrode and can be produced from not only a single material but also different materials. It is preferable that the film-like substrate 2a has a volume resistance of  $10^8 \Omega\text{cm}$  or more and a film thickness of  $10 \mu\text{m}$  or more in order to avoid the effect on a semiconductor device by electric current flow to a wafer. Further, the film-like substrate 2a is disposed in a plasma sheath and receives impact by ion bombardment of molecules activated by bias application to the electrode 6. For that, the film-like substrate 2a is required to have durability under the ion bombardment and therefore it is preferable that its thickness is  $100 \mu\text{m}$  or more. However, if the thickness of the film-like substrate 2a increases, the high frequency power loss is increased owing to the dielectric loss by high frequency application and therefore it is preferable that the

thickness is 1 mm or less. Further, the film-like substrate 2a and the plate-like substrate 2b may be joined by an insulating bonding material such as borosilicate glass or oxynitride glass other than by integration forming. The electrode 6 is required to contain a reactance component decreased enough to sufficiently transmit high frequency and is required to have a sufficient thickness so as to lower the resistance to  $1\Omega$  or less. Therefore, in the case the electrode 6 is produced from tungsten or molybdenum, the thickness is required to be  $8\mu\text{m}$  or more.

[0012]

Fig. 2 illustrates constitution of one example of a heating device in which a ceramic heater 1 of the present invention is installed. In the example shown in Fig. 2, the ceramic heater 1 is installed via an arm 12 in a container 11 which is to be exposed to a gas for deposition. In this case, the ceramic heater 1 is installed in such a manner that the electrode 6 for plasma generation is set in the top face side, and a wafer W is mounted on the top face of the ceramic heater 1. Further, a pair of cables 5 for electric power supply and the cable 8 for high frequency signal supply are arranged so that each forms electric communication with outer parts of the container 11. In such a condition, electric power for heating the resistance heating element 3 is supplied through a pair of the cables 5 and a high frequency signal is supplied through the cable 8 to generate plasma and accordingly heating and plasma generation can be performed.

[0013]

The present invention is not limited to the above-mentioned Examples and a variety of modifications and alterations are possible. For

example, in the above-mentioned Examples, the electrode 6 is used only as an electrode for plasma generation, but it may work simultaneously as an electrostatic chuck electrode for chucking a wafer W by electrostatic capacity. For example, in the case a DC voltage is applied to generate electrostatic capacity in the electrode 6 and at the same time a high frequency signal is supplied through an insulating transformer, the wafer W can be attracted to the top face of the ceramic heater 1 and simultaneously plasma can be generated. Incidentally, at the time of supplying the high frequency signal, four cables each with a resistance value of  $1\Omega$  or less and, in the case of tungsten, with a diameter of at least 10 mm are required. This is significantly different from the case the electrode is used only as an electrostatic chuck electrode, wherein a resistance value of 0 to several hundred  $\Omega$  and a diameter of about 0.1 mm are adequate.

[0014]

**[Effect of the Invention]**

As being made clear from the above-mentioned descriptions, according to the present invention, a ceramic heater has a structure of a heater part composed by embedding a resistance heating element made of a high melting point metal in a dense ceramic substrate, so that the heater can directly heat a wafer with the wafer being mounted thereon and is provided with improved uniform heating property and response at the time of heating. At the same time, since an electrode for plasma generation is embedded in the ceramic substrate, the wafer can be mounted directly on the ceramic heater with no risk of contamination and no means for installing an insulating layer is required. Furthermore, the position of

plasma generation is in the vicinity of the wafer, so that the plasma generation situation and cleaning capability by plasma can also be improved.

**[Brief Descriptions of the Drawings]**

**[Fig. 1]**

Fig. 1 illustrates the structure of one example of a ceramic heater of the present invention.

**[Fig. 2]**

Fig. 2 illustrates the structure of one example of a heating device in which a ceramic heater of the present invention is incorporated.

**[Fig. 3]**

Fig. 3 illustrates the structure of one example of a conventional heating device.

**[Fig. 4]**

Fig. 4 illustrates the structure of another example of a conventional heating device.

**[Descriptions of Reference Numerals]**

- 1 ceramic heater
- 2 ceramic substrate
- 3 resistance heating element
- 4, 7 terminal
- 5, 8 cable
- 6 electrode for plasma generation

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-151332

(43) 公開日 平成6年(1994)5月31日

(51) Int.Cl.  
H01L 21/205  
21/302  
// H05B 3/20

識別記号 庁内整理番号  
B 9277-4M  
356

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1 (全4頁)

(21) 出願番号 特願平4-302351

(22) 出願日 平成4年(1992)11月12日

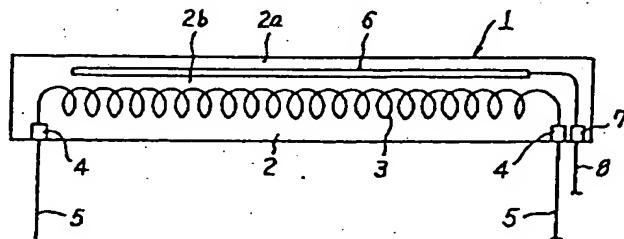
(71) 出願人 000004064  
日本碍子株式会社  
愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号  
(72) 発明者 牛越 隆介  
岐阜県多治見市元町4丁目8番地8  
(72) 発明者 新居 裕介  
愛知県名古屋市瑞穂区市丘町2丁目38番2  
号 日本碍子市丘寮  
(74) 代理人 弁理士 杉村 晓秀 (外5名)

(54) 【発明の名称】セラミックスヒーター

## (57) 【要約】

【目的】 加熱能力が向上するとともに、プラズマの発生位置をウェハーWの近傍にできるセラミックスヒーターを提供する。

【構成】 繊密なセラミックス基材2に高融点金属からなる抵抗発熱体3を埋設したセラミックスヒーター1において、プラズマ発生用電極6を前記セラミックス基材2に埋設し、ウェハーWの設置面に対し前記プラズマ発生用電極6が絶縁性を有する構造とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 細密なセラミックス基材に高融点金属からなる抵抗発熱体を埋設したセラミックスヒーターにおいて、プラズマ発生用電極を前記セラミックス基材に埋設し、ウェハー設置面に対し前記プラズマ発生用電極が絶縁性を有する構造としたことを特徴とするセラミックスヒーター。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、細密なセラミックス基材に高融点金属からなる抵抗発熱体を埋設したセラミックスヒーターに関し、特に半導体製造装置のウェハー加熱装置に好適に使用されるセラミックスヒーターに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 スーパークリーン状態を必要とする半導体製造用装置では、デポジション用ガス、エッティング用ガス、クリーニング用ガスとして塩素系ガス、弗素系ガス等の腐食性ガスが使用されている。このため、ウェハーをこれらの腐食性ガスに接触させた状態で加熱するための加熱装置として、抵抗発熱体の表面をステンレススチール、インコネル等の金属により被覆した従来のヒーターを使用すると、これらのガスの曝露によって、塩化物、酸化物、弗化物等の粒径数  $\mu\text{m}$  の、好ましくないパーティクルが発生する。

【0003】 そのため、例えば低温で使用されるエッチャやCVD装置では、図3にその一例を示すように、デポジション用ガス等に曝露される容器21の外側に石英窓22を介して赤外線ランプ23を設置し、容器21内にアーム24を介して設けた例えばアルミニウムによるサセプター25を設置し、赤外線ランプ23にてサセプター25を加熱し、さらにサセプター25上に載置したウェハーWを間接的に加熱する構造をとっていた。そして、金属製のサセプター25をプラズマ発生用の電極として使用し、サセプター25に直接高周波を供給し、プラズマの発生およびクリーニング等を行っていた。その際、アルミニウム製のサセプター25では、表面をアルマイト処理によって絶縁層を設け、載置したウェハーWに直接電流が加わることを防止していた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述した従来例ではサセプター25が金属製であるため、高温プロセスでの金属よりの重金属汚染が生ずる問題があった。特に、アルミニウム製のサセプター25では、Mgのコンタミネーションが問題となっていた。このようなコンタミネーションの問題を解決するため、図4にその一例を示すように、サセプター25を絶縁性のセラミックスとして、裏面にプラズマ発生用の板状電極26を取り付けた構造のものも提案されている。しかしながら、高周波供給用の板状電極26が赤外線ランプ23よりの

赤外線を遮断するため、サセプター25の加熱能力が低下する問題があった。また、プラズマの発生する位置がウェハーWより離れるため、クリーニング性が低下する問題もあった。これは、サセプターの外周にリング状電極を設置した場合も同様の問題が生じた。

【0005】 一方、赤外線ランプ23を使用せずに加熱する方法として、セラミックス製のサセプター25中に発熱抵抗体を埋設したセラミックスヒーターの使用も考えられるが、図4に示した例と同様、裏面にプラズマ発生用の板状電極6を取り付けなければならないため、やはり図4に示した例と同様の問題が生じていた。

【0006】 本発明の目的は上述した課題を解消して、加熱能力が向上するとともに、プラズマの発生位置をウェハーWの近傍にすることができるセラミックスヒーターを提供しようとするものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明のセラミックスヒーターは、細密なセラミックス基材に高融点金属からなる抵抗発熱体を埋設したセラミックスヒーターにおいて、プラズマ発生用電極を前記セラミックス基材に埋設し、ウェハー設置面に対し前記プラズマ発生用電極が絶縁性を有する構造としたことを特徴とするものである。

## 【0008】

【作用】 上述した構成において、ヒーター部を細密なセラミックス基材に高融点金属からなる抵抗発熱体を埋設した構造としたため、ウェハーを載置した状態で直接ウェハーを加熱でき、均熱性および加熱時のレスポンスを向上させることができる。また、プラズマ発生用の電極がセラミックス基材内に埋設されているため、セラミックスヒーター上に直接ウェハーをコンタミネーションの危険なく載置でき、絶縁層を設ける等の手段が必要ないとともに、プラズマの発生する位置がウェハーの近傍となるため、プラズマ発生状況およびプラズマによるクリーニング性能を向上することもできる。

## 【0009】

【実施例】 図1は本発明のセラミックスヒーター1の構造を説明するための図である。図1に示す例において、例えば円盤状のセラミックス基材2の内部に、W、Mo等の高融点金属からなる抵抗発熱体3が埋設されている。この抵抗発熱体3は好ましくは螺旋状に巻回されるとともに、円盤状のセラミックス基材2を平面的にみると、抵抗発熱体3は渦巻形をなすように設置されている。抵抗発熱体3の両端部には、電力供給用の端子4とそれに続く電力供給用ケーブル5を設けている。また、セラミックス基材2の内部の抵抗発熱体3の上側に、セラミックス基材2よりも若干小さい直径を有する円盤状のプラズマ発生用電極6を設け、このプラズマ発生用電極6には、高周波供給用の端子7とそれに続くケーブル8を供給する高周波信号に応じた必要な本数（ここでは1本）だけ設けている。

【0010】セラミックス基体2は、例えば熱CVD装置においては最大600°Cから1100°C程度まで加熱されるので、耐熱性の点で、アルミナ、窒化珪素焼結体、サイアロン、炭化珪素、窒化アルミニウム、アルミニウム炭化珪素複合材料等から形成することが好ましい。特に、セラミックス基体2は非酸化物系セラミックスで形成することが好ましい。これは、アルミナ等の酸化物系セラミックスに比べて、SiC、Si、N<sub>x</sub>、AlN等の非酸化物系共有結合セラミックスは、高真空中でのガス放出量が少ないためである。このうち、特に窒化珪素を使用すると、セラミックスヒーター1全体の強度が高くなり、熱膨張係数がウェハーとして代表的なシリコンとほぼ同等であり、さらに腐食性ガスにも耐久性が高いため好ましい。

【0011】セラミックス基板2は、プラズマ電極を埋設するため、膜状基材2aと板状基材2bとからなり、共材質のみでなく異種材質によって構成することも可能である。膜状基材2aは、ウェハーに電流が流れることによる半導体デバイスへの影響をさけるため、体積抵抗率が10<sup>3</sup> Ωcm以上で厚さ10μm以上が好ましい。また、膜状基材2aはプラズマシース内に置かれ、電極6のバイアス印加によって活性化した分子によるイオンボンパートメントによってたたかれる。このため、膜状基材2aはイオンボンパートメントによる耐久性を要求され、厚さ100μm以上が好ましい。しかしながら、膜状基材2aが厚くなると高周波印加による誘電体損失によって高周波パワーロスになるため、厚さ1mm以下が好ましい。また、膜状基材2aと板状基材2bは、1体成形以外に、絶縁性を有する接合材のホウ珪酸ガラス、オキシナイトライドガラスによって接合することが可能である。電極6は、充分に高周波を伝えるためにリアクタンス成分を低減する必要があり、1Ω以下となるように充分な肉厚が必要である。このため、タンゲステン、モリブデンから電極6を構成する場合、8μm以上の厚さが必要となる。

【0012】図2は本発明のセラミックスヒーター1を組み込んだ加熱装置の一例の構造を説明するための図である。図2に示す例において、デポジション用ガス等に曝露される容器11内に、アーム12を介してセラミックスヒーター1を設置する。この際、プラズマ発生用電極6が上面となるようにセラミックスヒーター1を設置し、このセラミックスヒーター1の上面にウェハーWを載置する。また、一対の電力供給用のケーブル5および高周波信号供給用のケーブル8は、それぞれ容器11の外部へ導通するよう構成する。この状態で、一対のケーブル5を介して抵抗発熱体3を加熱するための電力を供給するとともに、ケーブル8を介して電極6においてブ

ラズマを発生させるための高周波信号を供給することにより、加熱とプラズマ発生を実施することができる。

【0013】本発明は上述した実施例にのみ限定されるものでなく、幾多の変形、変更が可能である。例えば、上述した実施例では、電極6をプラズマ発生用の電極としてのみ使用したが、この電極6を同時にウェハーWを静電容量によりチャックするための静電チャック電極として働かせることができる。例えば、電極6に静電容量を発生させるための直流電圧を印加すると同時に絶縁トランジスを介して高周波信号を供給すれば、ウェハーWをセラミックスヒーター1の上面に吸着すると同時にプラズマを発生することができる。なお、高周波信号を供給する際は、ケーブルとして抵抗値が1Ω以下でタンゲステンの場合は少なくとも直径1.0mmのものが4本必要となり、静電チャック電極のみとして使用する際の抵抗値0~数100Ωで直径0.1mm程度でも可能な場合と比べて大きく異なっている。

#### 【0014】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、ヒーター部を緻密なセラミックス基材に高融点金属からなる抵抗発熱体を埋設した構造であるため、ウェハーを載置した状態で直接ウェハーを加熱でき、均熱性および加熱時のレスポンスを向上させることができるとともに、プラズマ発生用の電極がセラミックス基材内に埋設されているため、セラミックスヒーター上に直接ウェハーをコンタミネーションの危険なく載置でき、絶縁層を設ける等の手段がなく、さらにプラズマの発生する位置がウェハーの近傍となるため、プラズマ発生状況およびプラズマによるクリーニング性能を向上することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のセラミックスヒーターの一例の構造を説明するための図である。

【図2】本発明のセラミックスヒーターを組み込んだ加熱装置の一例の構造を説明するための図である。

【図3】従来の加熱装置の一例の構造を説明するための図である。

【図4】従来の加熱装置の他の例の構造を説明するための図である。

#### 【符号の説明】

- 1 セラミックスヒーター
- 2 セラミックス基材
- 3 抵抗発熱体
- 4, 7 端子
- 5, 8 ケーブル
- 6 プラズマ発生用電極

